



**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ**

**ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ**

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΑΡΧΙΚΩΝ ΑΤΕΛΕΙΩΝ ΣΤΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ
ΕΥΑΙΣΘΗΤΩΝ ΣΕ ΛΥΓΙΣΜΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

Μεταπτυχιακή Εργασία: Θεόδωρου Αθ. Φραγκόπουλου

Επιβλέπων: Χ. Γαντές, Επίκουρος Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, Ιούλιος 2003

**Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών
Τομέας Δομοστατικής
Εργαστήριο Μεταλλικών Κατασκευών**

**ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΑΡΧΙΚΩΝ ΑΤΕΛΕΙΩΝ ΣΤΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ
ΕΥΑΙΣΘΗΤΩΝ ΣΕ ΛΥΓΙΣΜΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ**

Μεταπτυχιακή Εργασία του Θεόδωρου Φραγκόπουλου

Επιβλέπων: Χ. Γαντές, Επίκουρος Καθηγητής ΕΜΠ

Ιούλιος 2003

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Είναι γνωστό ότι η συμπεριφορά ευστάθειας των κατασκευών του μηχανικού εξαρτάται σε πολύ μεγάλο βαθμό από την παρουσία αποκλίσεων του ως προς την πραγματική γεωμετρία, τη διατομή και τις παραμέτρους φόρτισης από τις αντίστοιχες ιδεατές. Η γενική έκφραση “αρχικές ατέλειες” χρησιμοποιείται για να περιγράψει όλες αυτές τις πιθανές πηγές απόκλισης από την “τέλεια” κατάσταση.

Το αποτέλεσμα των αρχικών ατελειών εξαρτάται (i) από τη φύση της απόκρισης λυγισμού του αντίστοιχου τέλειου συστήματος, κυρίως από το βαθμό της μη γραμμικότητας που χαρακτηρίζει τον προλυγισμικό δρόμο ισορροπίας και από την ευσταθή ή ασταθή κατάσταση του μεταλυγισμικού δρόμου ισορροπίας και (ii) από το σχήμα και το μέγεθος των ατελειών. Με την παρουσία των ατελειών παρατηρούνται ενδιαφέρουσες αλληλεπιδράσεις μεταξύ διαφορετικών ιδιομορφών λυγισμού, ειδικά εάν τα αντίστοιχα φορτία λυγισμού δεν διαφέρουν σημαντικά.

Η παρούσα εργασία αποσκοπεί στο να εξετάσει το παραπάνω θέμα από μια πρακτική σχεδιαστική σκοπιά του μηχανικού. Ο σκοπός είναι να σχηματιστούν και να επικυρωθούν κανόνες για την επιλογή του κατάλληλου σχήματος και μεγέθους των αρχικών ατελειών για την αναγκαία (από το σχεδιασμό) γεωμετρική μη γραμμική ανάλυση. Για το σκοπό αυτό θα αναλυθούν τρία απλά προσομοιώματα, για τα οποία υπάρχουν αναλυτικές λύσεις. Για επιβεβαίωση θα χρησιμοποιηθούν αριθμητικά αποτελέσματα από ανάλυση πεπερασμένων στοιχείων.

**National Technical University of Athens
School of Civil Engineering
Division of Structural Engineering
Metal Structures Laboratory**

INFLUENCE OF INITIAL IMPERFECTIONS FOR THE DESIGN OF BUCKLING-PRONE STRUCTURES

Master Thesis of Theodoros Fragkopoulos
Supervisor: C.J. Gantes, Assistant Professor NTUA

July 2003

ABSTRACT

It is well known that the stability behavior of engineering structures depends heavily on the presence of deviations of the real geometry, material cross-section and loading parameters from the idealized ones. The generic term "initial imperfections" is used for all these possible sources of deviation from the "perfect" situation.

The effect of initial imperfections depends (i) on the nature of the buckling response of the corresponding perfect system, mainly on the degree of nonlinearity characterizing the pre-buckling equilibrium path, and on the stable or unstable status of the post-buckling path, and (ii) on the shape and size of imperfections. In the presence of imperfections, interesting interactions between different buckling modes are observed, particularly if the corresponding buckling loads do not differ significantly.

The present paper aims at looking at this issue from a practical engineering design point of view. The objective is to formulate and validate rules for the selection of appropriate shape and size of initial imperfections for design-oriented geometrically nonlinear analysis. To that effect three simple models will be analyzed, for which analytical solutions exist. For validation numerical results obtained from finite element analysis will be used.